IUT qualité, logistique industrielle et organisation

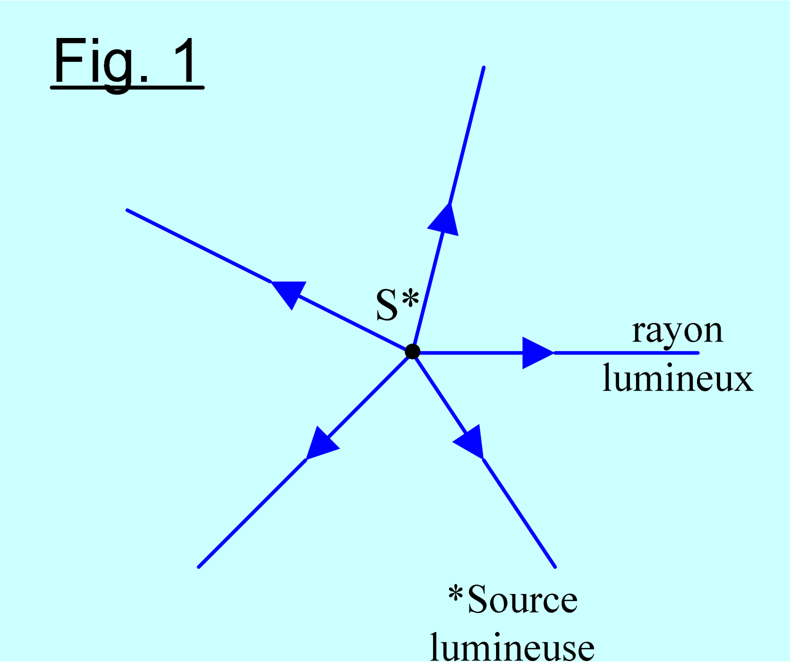
Module d'Optique

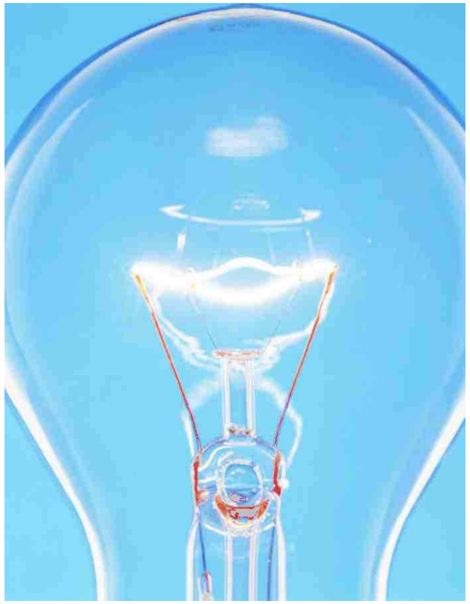
2ème partie : Optique géométrique

http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere

La lumière est représentée par des “rayons lumineux” :

Fig. 1





Chapitre 1
Réflexion et réfraction de la lumière

1-1- Propriétés

• Principe de Fermat

Le chemin suivi par la lumière est celui qui prend le moins de temps.

• Principe de retour inverse

Le chemin suivi par la lumière est indépendant du sens de parcours.

• Dans un milieu homogène, la lumière se propage en ligne droite.

1-2- Lois de Snell-Descartes

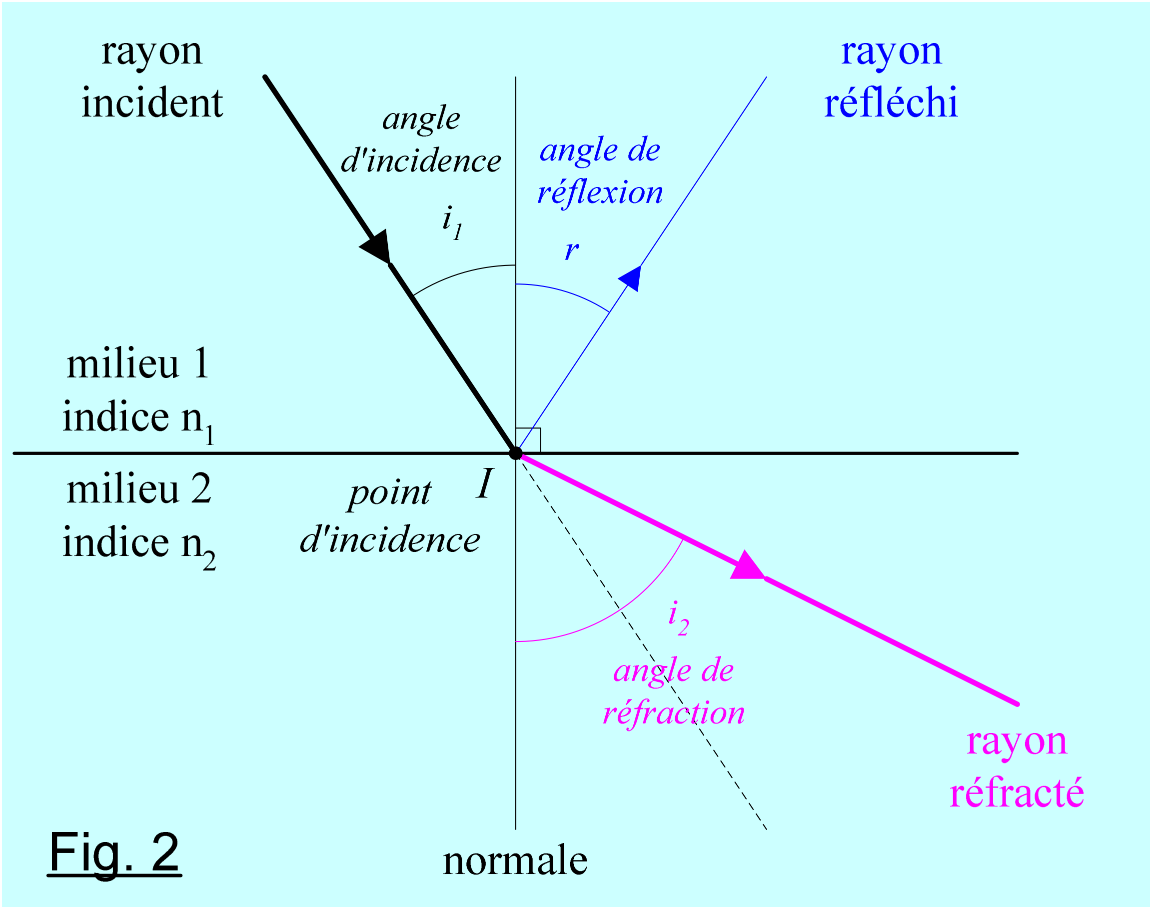


Fig. 2



René Descartes (1596-1650)
"Je pense, donc je suis."

Le rayon incident et la normale au point d'incidence définissent le *plan d'incidence*.

• 1ère loi : le rayon réfléchi et le rayon réfracté sont dans le plan d’incidence.

• 2ème loi (loi de la réflexion) : l’angle de réflexion est égal à l’angle d’incidence.

$$\mathbf{r = i_1}$$

• 3ème loi (loi de la réfraction) :

$$\mathbf{n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2}$$

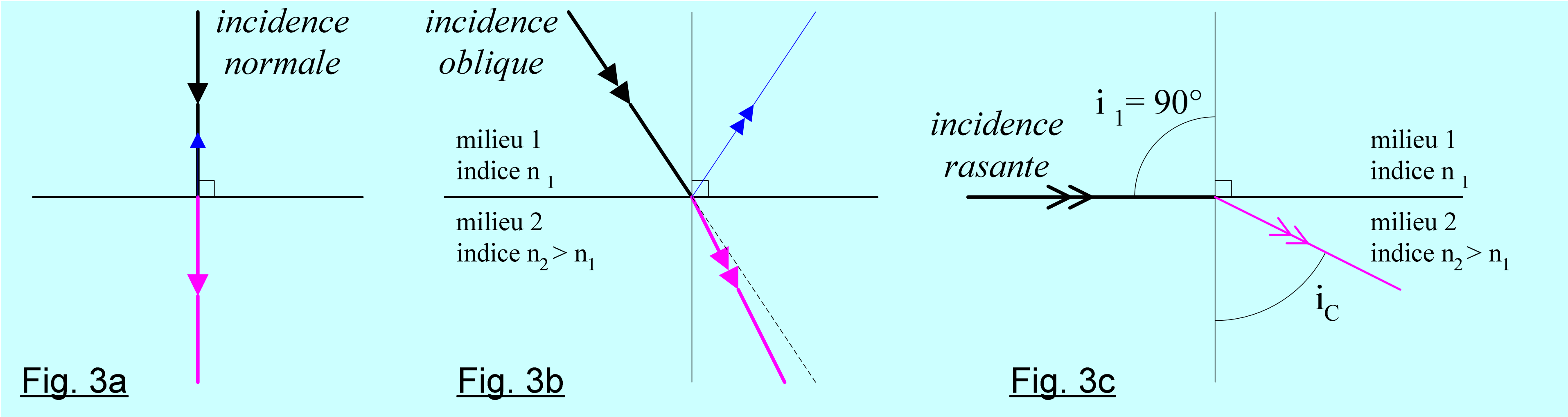
avec : n_i = indice de réfraction du milieu i



<u>Réfringence</u>

Un milieu est d’autant plus réfringent que son indice de réfraction est important.

<u>Passage de la lumière dans un milieu plus réfringent</u> : $n_2 > n_1$



Le rayon réfracté se rapproche de la normale : $i_2 < i_1$

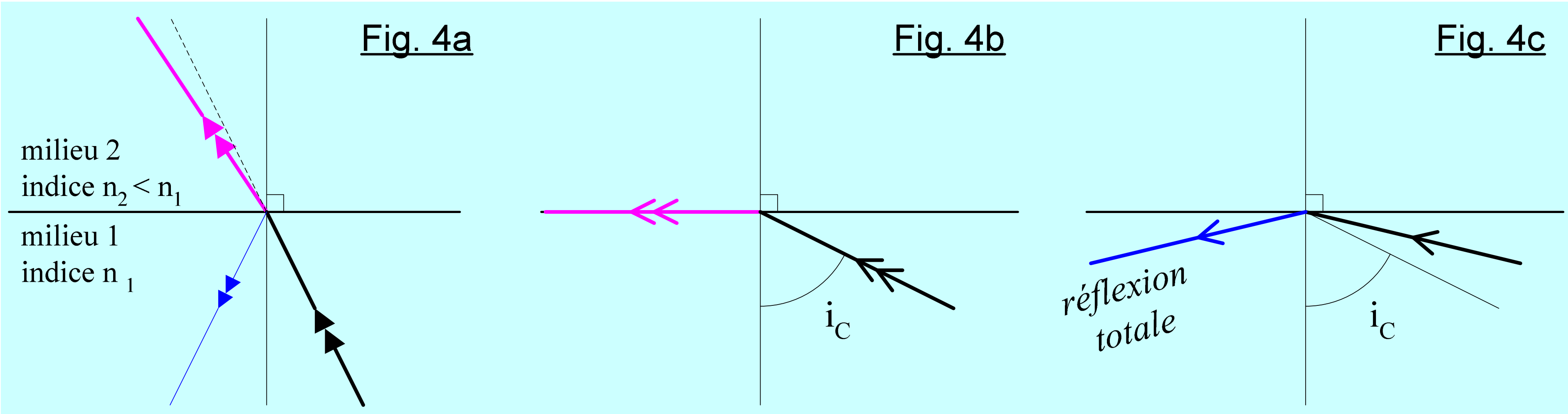
$i_2 \leq i_C$ (angle critique)

$\mathbf{\sin i_C = n_1 / n_2}$

A.N. passage de l'air ($n_1 \approx 1$) dans l'eau ($n_2 \approx 1,33$) :

$i_C \approx 49°$

Passage de la lumière dans un milieu moins réfringent : $n_2 < n_1$



Le rayon réfracté s'écarte de la normale (fig. 4a) : $i_2 > i_1$

$\sin i_C$ (angle critique) = n_2 / n_1 (fig. 4b)

Si **$i_1 > i_C$** il n'y a pas de rayon réfracté : on parle de **réflexion totale** (fig. 4c).



A.N. passage diamant ($n_1 = 2{,}42$) $\rightarrow$ air : $i_C \approx 24°$

Application de la réflexion totale : fibre optique à “saut d’indice”

Une fibre optique est un guide de lumière.

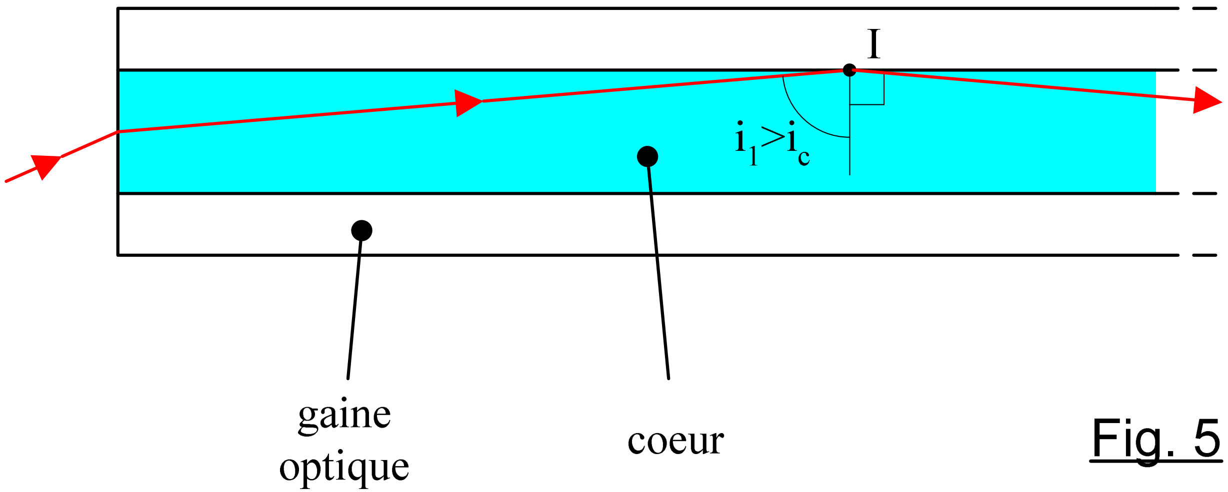
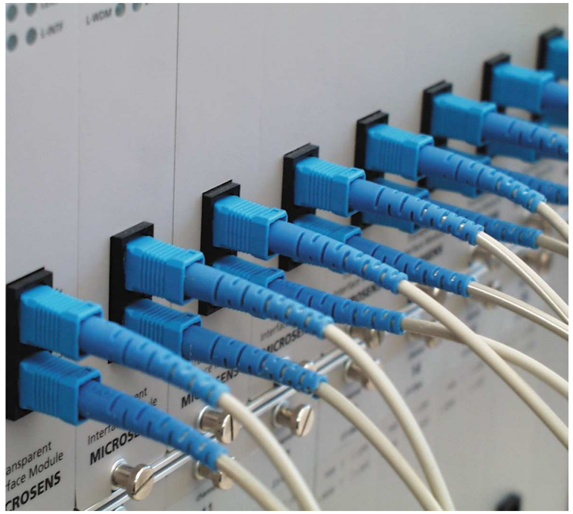


Fig. 5



- deux conditions pour avoir réflexion totale en I :

  a) indice du cœur (1,48) > indice de la gaine (1,46)

  b) angle d’incidence (i_1) > angle critique ($i_C \approx 80°$)

1-3- Aspect énergétique de la réflexion et de la réfraction

La lumière transporte de l'énergie.

- Coefficient de réflexion :

$$R = \frac{\text{énergie du faisceau réfléchi}}{\text{" \quad " \quad incident}}$$

- Coefficient de transmission (réfraction) :

$$T = \frac{\text{énergie du faisceau réfracté}}{\text{" \quad " \quad incident}}$$

• Loi de conservation de l'énergie : **R + T = 1**

• Formule de Fresnel (sous incidence normale) :

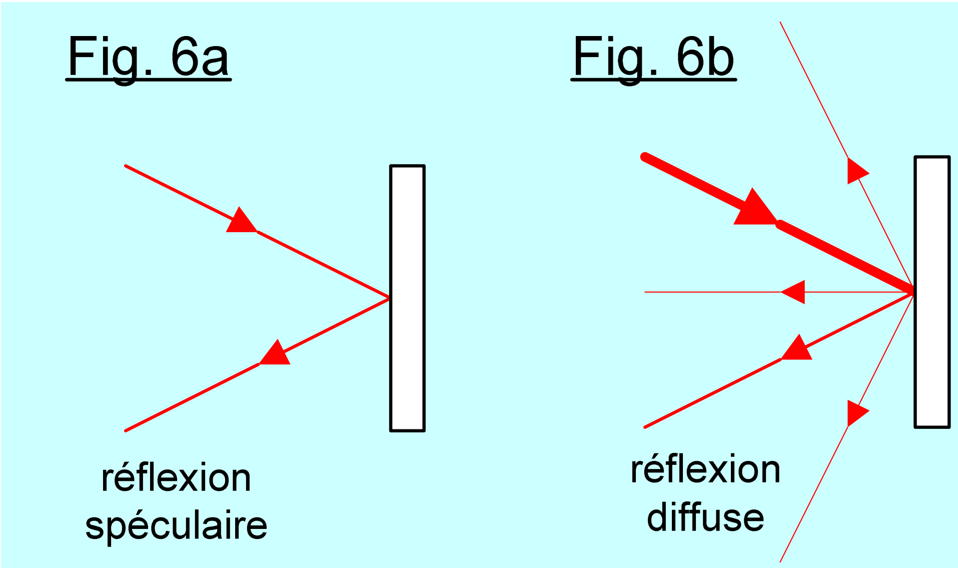


$$R = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right)^2$$

A.N. passage air ↔ verre (indice 1,5) :

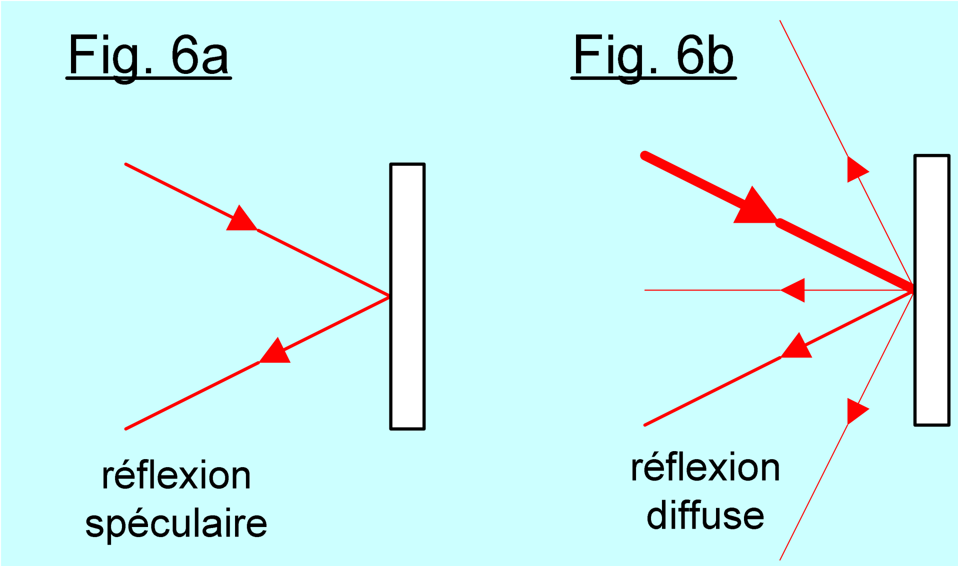
R = 0,04 = 4 %   T = 96 %

1-4- Réflexion et diffusion



• surface plane (rugosité < $\lambda/4$) : la lumière est réfléchie dans la direction donnée par la loi de la réflexion (fig. 6a).

Ex. miroir, vitre, métal poli ...





• surface rugueuse : la lumière est réfléchie (diffusée) dans toutes les directions (fig. 6b).

Ex. peau, écran de projection, verre dépoli …